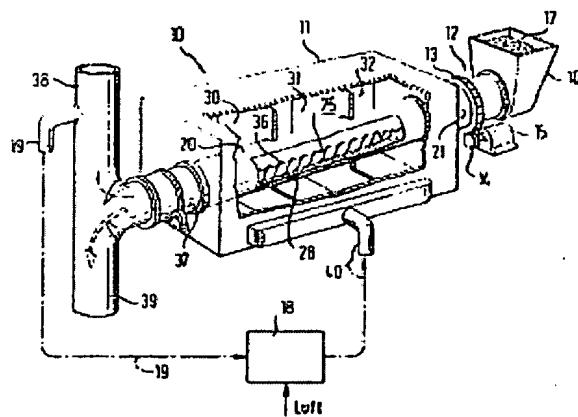


## Process for producing high-grade fuels, rotary drum reactor for carrying out the process and use of the rotary drum reactor

**Patent number:** DE3407236  
**Publication date:** 1985-09-12  
**Inventor:** SCHMIDT RUEDIGER DIPLO CHEM DR (DE)  
**Applicant:** ENVIRONMENT PROTECTING ENGINEER (US)  
**Classification:**  
- **international:** C10B57/04  
- **european:** C10B1/10, C10B53/02  
**Application number:** DE19843407236 19840228  
**Priority number(s):** DE19843407236 19840228

### Abstract of DE3407236

A process for producing high-grade fuels by degassing (pyrolysis) of especially cellulose-containing materials of low bulk density by means of a rotary drum reactor is proposed. To improve the thermal efficiency of the pyrolysis of materials of low bulk density, the material to be degassed is compacted to give a solid layer, which adheres to at least a part of the inner shell surface of the rotary drum, for example by using a filler body which is fixed inside the rotary drum and rests on the material to be degassed. In addition, a rotary drum reactor for carrying out this process and the use thereof for degassing bagasse or nutshells is proposed.



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 3407236 A1

⑯ Int. Cl. 4:  
C10B 57/04

DE 3407236 A1

⑯ Aktenzeichen: P 34 07 236.5  
⑯ Anmeldetag: 28. 2. 84  
⑯ Offenlegungstag: 12. 9. 85

⑯ Anmelder:

Environment Protecting Engineers, Inc., Southfield,  
Mich., US

⑯ Vertreter:

Prinz, E., Dipl.-Ing.; Leiser, G., Dipl.-Ing.;  
Schwepfinger, K., Dipl.-Ing., 8000 München; Bunke,  
M., Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart; Bunke, H., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat.; Degwert, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 8000  
München

⑯ Erfinder:

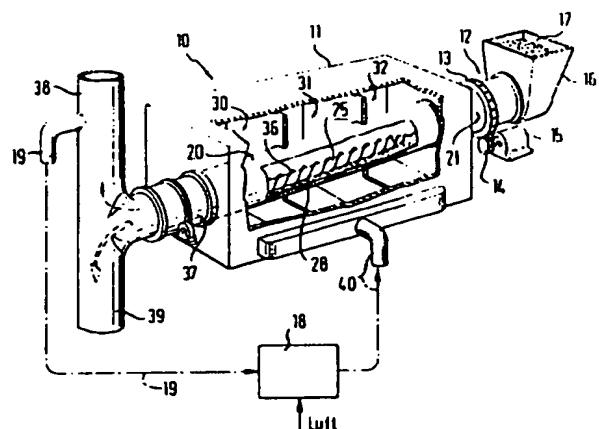
Schmidt, Rüdiger, Dipl.-Chem. Dr., 8000 München,  
DE

Bibliotheek  
Bur. Ind. Eigendom

14 OKT. 1985

⑯ Verfahren zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe, Drehtrommelreaktor zur Durchführung des Verfahrens  
und Verwendung des Drehtrommelreaktors

Es wird ein Verfahren zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe durch Entgasung (Pyrolyse) von insbesondere cellulosehaltigen Materialien geringer Schüttichte mittels eines Drehtrommelreaktors vorgeschlagen. Um den thermischen Wirkungsgrad der Pyrolyse von Materialien geringer Schüttichte zu verbessern, wird das zu entgasende Material zu einer festen, an mindestens einem Teil der Mantelinnenfläche der Drehtrommel anliegenden Schicht verdichtet, beispielsweise durch Verwendung eines innerhalb der Drehtrommel befestigten, auf dem zu entgasenden Material aufliegenden Füllkörpers. Außerdem wird ein Drehtrommelreaktor zur Durchführung dieses Verfahrens und dessen Verwendung zur Entgasung von Bagasse oder Nußschalen vorgeschlagen.



DE 3407236 A1

ENVIRONMENT PROTECTING ENGINEERS,  
INCORPORATED  
3000 Town Center, Suite 2530  
Southfield, Michigan 48075, V.St.A.

28. Februar 1984

Unser Zeichen: W 969

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe durch Entgasung von insbesondere cellulosehaltigen Abfällen oder Materialien mittels thermischer Behandlung in einem indirekt beheizten Drehstrommelreaktor, dem die Abfälle kontinuierlich oder diskontinuierlich mittels geeigneter Fördermittel zugeführt und in dem die Abfälle, während sie stetig vom Eintragsende zum Austragsende des Reaktors befördert werden, pyrolysiert werden, wonach die Pyrolysegase und der feste, als Brennstoff verwendbare Rückstand getrennt voneinander aus dem Reaktor abgeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfälle im Reaktor während dessen Rotation kontinuierlich zu einer festen, an mindestens einem Teil der Mantelinnenfläche der Drehstrommel anliegenden Schicht verdichtet werden.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfälle mittels eines oder mehrerer drehbar innerhalb der Drehstrommel befestigter Füllkörper verdichtet werden.

BAD ORIGINAL

- 1 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfälle während der Rotation des Reaktors und während des Verdichtens kontinuierlich von der Mantelinnenfläche der Trommel abgelöst und gleichzeitig in Längsrichtung der Trommel zu deren Austragsende hin befördert werden.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfälle bereits in vorverdichteter Form in den Reaktor eingetragen werden.
- 15 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die vorverdichteten Abfälle beim Eintragen einem Ort innerhalb des Reaktors zugeführt werden, der im Einzugsbereich mindestens eines Füllkörpers liegt.
- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor nach dem Aufheizen auf Betriebstemperatur mit den durch Verbrennung der Pyrolyse-gase entstehenden Rauchgasen beheizt wird.
- 25 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rauchgase dem Reaktor über einzelne Heizkammern im Querstrom zugeführt werden.
- 30 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Beheizung des Reaktors nach Erreichen seiner Betriebstemperatur so gesteuert und geregelt wird, daß nur ein solcher Anteil an Pyrolysegasen freigesetzt wird, dessen Verbrennung Rauchgase in solcher Menge und von solcher Temperatur ergibt, die an den Reaktor gerade die zur Aufrechterhaltung seiner Betriebstemperatur erforderliche Energie abgeben.
- 35 9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfälle über den Bedarf einer thermisch autarken Betriebsweise hinaus entgast werden und der nicht zur Beheizung des Reaktors erforderliche Anteil der Pyrolyse-

- 1 gase gequencht und das dadurch erhaltene Kondensat als Klebemittel bei der Pelletisierung des entgasten, als Brennstoff verwendbaren festen Rückstands verwendet wird.
- 5 10. Drehtrommelreaktor zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, mit mehreren Außenbeheizungskammern, mit vom Eintragsende zum Austragsende geneigt angeordneter Drehtrommel, mit Fördermitteln zum kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Beschicken der
- 10 Trommel, mit einer Eintragsöffnung an der Stirnseite am Eintragsende und mit einer Austragsöffnung an der gegenüberliegenden Stirnseite am Austragsende der Trommel, mit Mitteln zum getrennten Abführen von Pyrolysegasen und festem Rückstand sowie mit mindestens einer Brennkammer,
- 15 deren Brennstoffzuführung mit den Mitteln zum Abführen der Pyrolysegase verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Trommel (20) mindestens ein drehbar befestigter Füllkörper (25) angeordnet ist.
- 20 11. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkörper (25) rotationssymmetrisch ausgebildet ist.
- 25 12. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkörper (25) walzenförmig ausgebildet ist.
- 30 13. Drehtrommelreaktor nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkörper (25) nur an der Stirnwand (22) am Eintragsende (21) der Trommel (20) drehbar befestigt ist.
- 35 14. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkörper (25) mittels eines Kugelgeleins (34) an der Stirnwand (22) befestigt ist.

- 1 15. Drehtrommelreaktor nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das der Stirnwand (22) am Eintragsende (21) der Trommel (20) zugewandte Ende (33) des Füllkörpers (25) sich in Richtung auf das Eintragsende (21) verjüngend ausgebildet ist.
- 5
- 10 16. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das der Stirnwand (22) zugewandte Ende (33) des Füllkörpers (25) kegelförmig oder kegelstumpfförmig ausgebildet ist.
- 15 17. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens das sich verjüngend ausgebildete Ende (33) des Füllkörpers (25) einen schneckenähnlichen Aufsatz (36) aufweist.
- 20 18. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkörper (25) auf seiner äußeren Mantelfläche einen schneckengängigen Aufsatz (36) aufweist.
- 25 19. Drehtrommelreaktor nach einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Fördermittel zum Beschicken der Trommel (20) eine Stopfschnecke (24) umfassen.
- 30 20. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Stopfschnecke (24) so in der Stirnwand (22) angeordnet ist, daß sich der Austrag der Stopfschnecke (24) an einem Ort (27) im Einzugsbereich des Füllkörpers (25) befindet.
- 35 21. Verwendung des Drehtrommelreaktors gemäß einem der Ansprüche 10 bis 20 zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe durch Entgasung von Bagasse oder Nußschalen.

ENVIRONMENT PROTECTING ENGINEERS,  
INCORPORATED  
3000 Town Center, Suite 2530  
Southfield, Michigan 48075, V.St.A.

28. Februar 1984

Unser Zeichen: W 969

---

Verfahren zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe,  
Dreh trommelreaktor zur Durchführung des Verfahrens  
und Verwendung des Dreh trommelreaktors

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung  
hochwertiger Brennstoffe durch Entgasung von insbesondere  
cellulosehaltigen Abfällen oder Materialien mittels ther-  
mischer Behandlung in einem indirekt beheizten Dreh trom-  
5 melreaktor, dem die Abfälle kontinuierlich oder diskon-  
tinuierlich mittels geeigneter Fördermittel zugeführt und  
in dem die Abfälle, während sie stetig vom Eintragende zum  
Austragende des Reaktors befördert werden, pyrolysiert  
werden, wonach die Pyrolysegase und der feste, als Brenn-  
10 stoff verwendbare Rückstand getrennt voneinander aus dem  
Reaktor abgeführt werden.

Die Erfindung betrifft ferner einen Dreh trommelreaktor  
zur Durchführung dieses Verfahrens mit mehreren Außen-  
15 beheizungskammern, mit vom Eintragende zum Austragende  
geneigt angeordneter Dreh trommel, mit Fördermitteln zum

- 1 kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Beschicken der Trommel, mit einer Eintragsöffnung an der Stirnseite am Eintragsende und mit einer Austragsöffnung an der gegenüberliegenden Stirnseite am Austragsende der Trommel, mit  
5 Mitteln zum getrennten Abführen von Pyrolysegasen und festem Rückstand, sowie mit mindestens einer Brennkammer, deren Brennstoffzuführung mit den Mitteln zum Abführen der Pyrolysegase verbunden ist.
- 10 Schließlich betrifft die Erfindung die Verwendung dieses Drehtrommelreaktors zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe durch Entgasung von cellulosehaltigen Materialien, insbesondere aus einjährigen Pflanzen, z. B. von Bagasse (Zuckerrohrabfälle) oder Nußschalen.
- 15 Ein Verfahren und ein Drehtrommelreaktor der genannten Gattungen sind aus der DE-AS 28 21 825 bekannt. Das bekannte Verfahren und der bekannte Reaktor eignen sich zwar zur Entgasung von Hausmüll und von vergleichsweise homogenen Abfällen, nicht aber zur Entgasung von cellulosehaltigen Abfällen und sonstigen Materialien mit sehr geringer Schüttdichte. Zwar kann man theoretisch jedes beliebige Material in einem Drehtrommelreaktor der bekannten Gattung verschwelen oder pyrolysiieren, auf wirtschaftlich vertretbare Weise lassen sich damit aber nur sehr wenige ausgewählte und auf spezielle Weise vorbehandelte Materialien entgasen. Die Wirtschaftlichkeit eines solchen Verfahrens hängt in erster Linie von den Investitionskosten, vom Energiebedarf und von den Kosten für die Entsorgung der Pyrolysegase sowie der verbleibenden festen Rückstände ab. Der Entsorgungsaufwand und der Energiebedarf sind um so höher, je geringer deren Schüttdichte und deren Heizwert sind und je höher der Feuchteanteil der zu behandelnden Materialien ist. Bei zu geringer Schütt  
20 dichte eines zu verschwelenden oder zu pyrolysiierenden Materials ist der Wärmeübergang zwischen der beheizten
- 25
- 30
- 35

- 1 Reaktorwand und dem Schüttgut sowie im Schüttgut selbst so niedrig, daß der thermische Wirkungsgrad jede wirtschaftliche Verwertung des Verfahrens unmöglich macht.
- 5 Vor allem in den Ländern der dritten Welt fallen ungeheure Mengen an bisher kaum verwertbaren pflanzlichen Abfallstoffen an, beispielsweise Bagasse bei der Zuckerherstellung aus Zuckerrohr, Nußschalen bei der Ölgewinnung aus Kokosnüssen, Erdnüssen und anderen Nüssen oder
- 10 Abfälle von Sisal-, Baumwoll-, Reis-, Bambuspflanzen und dergleichen. Die Verwertung solcher pflanzlicher Abfallstoffe durch Verschwelung oder Pyrolyse war bisher auf wirtschaftlich vertretbare Weise nicht möglich, vor allem wegen der viel zu geringen Schüttdichte dieser Materialien.
- 15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Gattungen zu schaffen, die es gestatten, insbesondere cellulosehaltige Abfälle mit geringer Schüttdichte auf wirtschaftliche Weise zu hochwertigen Brennstoffen zu entgasen.
- 20 Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Abfälle im Reaktor während dessen Rotation kontinuierlich zu einer festen, an mindestens einem Teil der Mantelinnenfläche der Drehtrommel anliegenden Schicht verdichtet werden.
- 25 Dadurch wird erreicht, daß der Wärmeübergang von dem beheizten Mantel der Drehtrommel auf die zu verarbeitenden Abfälle in einem Maße verbessert wird, das eine wirtschaftliche Anwendung der Verschwelung und der Pyrolyse erst ermöglicht.
- 30 Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung werden die Abfälle mittels eines oder mehrerer drehbar

1 innerhalb der Drehtrommel befestigter Füllkörper verdichtet. Die Verdichtung erfolgt dabei ausschließlich unter dem Eigengewicht des Füllkörpers bzw. der Füllkörper, so daß, abgesehen von der Aufheizung der Füllkörper, keine zusätzliche Energie für das Verdichten der Abfälle aufgewandt werden muß.

5  
10 Die Verwendung eines Füllkörpers wirkt sich zusätzlich äußerst vorteilhaft auf den Wärmeübergang auf das zu behandelnde Gut aus, weil die Kontaktfläche für dieses Gut nahezu verdoppelt wird und das Gut dadurch länger und nachhaltiger an die Wärmeaustauschflächen angepreßt wird.

15 Da bei der Entgasung cellulosehaltiger Abfälle erhebliche Mengen an Ruß und sonstigen im wesentlichen aus Kohlenstoff bestehenden Rückständen produziert werden, die zum Anbacken an der Trommelwand des Reaktors neigen, werden die Abfälle bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise während der Rotation des Reaktors und während 20 des Verdichtens kontinuierlich von der Mantelinnenfläche der Trommel abgelöst und gleichzeitig in Längsrichtung der Trommel zu deren Austragsende hin befördert.

25 Zweckmäßig werden die Abfälle bereits in vorverdichteter Form in den Reaktor eingetragen, was zunächst zusätzliche Energie erfordert, die Energiebilanz des Gesamtverfahrens aber kaum beeinträchtigt, weil der Wärmeübergang zwischen dem beheizten Trommelmantel und den vorverdichteten Abfällen dadurch weiter verbessert, der Heizenergieaufwand 30 also verringert wird.

35 Zweckmäßig werden die vorverdichteten Abfälle bei Eintragen einem Ort innerhalb des Reaktors zugeführt, der im Einzugsbereich mindestens eines Füllkörpers liegt, wodurch die Verweilzeit der Abfälle im Reaktor, und damit wiederum die Energiebilanz des Gesamtverfahrens, optimiert wird.

1 Vorzugsweise wird der Reaktor nach dem Aufheizen auf  
Betriebstemperatur mit den durch Verbrennung der Schwell-  
oder Pyrolysegase entstehenden Rauchgasen beheizt. Ein  
Teil des für die Beheizung des Reaktors erforderlichen  
5 Brennstoffs wird also den zu behandelnden Materialien  
selbst entnommen. Es ist vorteilhaft, die Rauchgase dem  
Reaktor über einzelne Heizkammern im Querstrom zuzu-  
führen, weil dies die Steuerung und Regelung des Verfah-  
rens durch eine abgestufte Temperaturlösung über ver-  
10 schiedene Zonen des Reaktors erleichtert. Die Wandtempe-  
ratur der Dreh trommel soll zwischen 300 und 700° C,  
vorzugsweise 400 - 600° C betragen.

15 Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform des er-  
findungsgemäßen Verfahrens, bei dem die Beheizung des  
Reaktors nach Erreichen seiner Betriebstemperatur so ge-  
steuert und geregelt wird, daß nur ein solcher Anteil an  
Pyrolysegasen freigesetzt wird, dessen Verbrennung Rauch-  
gase in solcher Menge und von solcher Temperatur ergibt,  
20 die an den Reaktor gerade die zur Aufrechterhaltung  
seiner Betriebstemperatur erforderliche Energie abgeben.  
Bei dieser Prozeßsteuerung wird nämlich der in dem als  
Brennstoff verwendbaren Rückstand verbleibende Anteil an  
ebenfalls brennbaren und damit Energie liefernden Pyro-  
lysegasen maximiert, ohne daß zusätzlicher Brennstoff zur  
25 Erzeugung der Rauchgase für die Beheizung des Reaktors  
erforderlich wäre, ohne daß der Reaktor auf eine höhere  
Temperatur erhitzt würde, als seiner gerade notwendigen  
Betriebstemperatur entspricht, ohne daß also wiederver-  
wendbare Energie verlorengeht, und ohne daß überschüssige  
30 Pyrolysegas durch Quenchung oder sonstige Entsorgungs-  
maßnahmen aufgefangen werden muß.

35 Je nach der Bestimmung des als Brennstoff verwendbaren  
festen Rückstandes kann es aber auch erwünscht sein,  
die Abfälle über den Bedarf einer thermisch autarken

1 Betriebsweise hinaus, d. h. mehr oder weniger vollständig zu entgasen. In diesem Falle wird der nicht zur Beheizung des Reaktors erforderliche Anteil der Pyrolysegase erfundungsgemäß gequencht, und das dadurch erhaltene Kondensat

5 bzw. die dabei entstehende wässrige Lösung, Emulsion, Suspension oder Dispersion wird als Klebemittel bei der Pelletisierung des vollständig entgasten, als Brennstoff verwendbaren festen Rückstands verwendet. Der nach der Entgasung verbleibende feste Rückstand, der sich problem-

10 los pulverisieren läßt, kann nämlich wie Kohlestaub in einer Wirbelschichtfeuerungsanlage als fester Energieträger Verwendung finden, kann aber auch als Gries verfeuert werden oder zu relativ grobkörnigem Gut pelletisiert oder in seiner ursprünglichen Form oder aus Pellets brikettiert

15 oder auf andere Weise zu Formkörpern verpreßt werden. Dies hängt allein von den örtlichen Gegebenheiten, Bedürfnissen oder Wiederverwendungsmöglichkeiten oder -notwendigkeiten ab.

20 Die genannte Aufgabe wird ferner bei einem Drehtrommellektor der eingangs genannten Gattung erfundungsgemäß dadurch gelöst, daß innerhalb der Trommel mindestens ein drehbar befestigter Füllkörper angeordnet ist. Der Füllkörper sorgt auf einfachste Weise und mit geringstmög-

25 lichem Energieaufwand dafür, daß die Abfälle im Reaktor während dessen Rotation kontinuierlich zu einer festen, an mindestens einem Teil der Mantellinnenfläche der Drehtrommel anliegenden Schicht verdichtet werden. Unter dem Eigengewicht des Füllkörpers wird das lockere Schüttgut verdichtet und gegen die Mantelfläche der Drehtrommel ge- preßt. Drehbar ist der Füllkörper deshalb angeordnet, damit dessen Oberfläche in bezug auf die sich drehende Trommel eine Relativbewegung ausführen kann, was bei

1 drehfester Anordnung des Füllkörpers nicht möglich wäre.  
Die Relativbewegung des Füllkörpers sorgt in Verbindung  
mit der aus der Horizontalen geneigten Rotationsachse  
der Trommel - die Rotationsachse solcher Drehtrommel-  
5 reaktoren ist grundsätzlich geneigt - für einen wirksameren  
Transport bzw. eine bessere Förderung des Schüttguts vom  
Eintragsende zum Austragsende der Trommel.

10 Der Füllkörper ist bei einer zweckmäßigen Ausführungs-  
form des erfindungsgemäßen Reaktors rotationssymmetrisch  
und vorzugsweise walzenförmig ausgebildet; der Durchmes-  
ser des Füllkörpers beträgt in der Regel 1/4 - 3/4 des  
Trommelradius.

15 Bei einem zweckmäßigen Ausführungsbeispiel der Erfindung  
ist der Füllkörper nur an der Stirnwand am Eintragsende  
der Trommel drehbar, und zwar vorzugsweise mittels eines  
Kugelgelenks, befestigt. Die nur einseitige Befestigung  
bewirkt, daß der Füllkörper nicht etwa freischwebend in  
20 der Trommel aufgehängt ist, sondern daß mindestens das  
freie, nicht befestigte Ende des Füllkörpers auf dem Füll-  
gut am Boden der Drehtrommel aufliegt. Vorzugsweise liegt  
der Füllkörper praktisch in seiner ganzen Länge auf dem  
durch sein Eigengewicht zu einer verdichteten Schicht zu-  
25 sammengepreßten, aus den umzusetzenden Abfällen bestehenden  
Schüttgut auf.

30 Ein weiteres vorteilhaftes Ausführungsbeispiel des er-  
findungsgemäßen Drehtrommelreaktors besteht darin, daß das  
der Stirnwand am Eintragsende der Trommel zugewandte Ende  
des Füllkörpers sich in Richtung auf das Eintragsende ver-  
jüngend, vorzugsweise kegelförmig oder kegelstumpfförmig,  
ausgebildet ist. Diese Ausbildung des Füllkörpers am Ein-  
tragsende der Trommel bewirkt, daß die in die Trommel  
eingeführten, durch Entgasung umzusetzenden Abfälle rasch  
35 und gleichmäßig unter den Füllkörper transportiert, da-  
durch verdichtet und in Richtung auf das Austragsende der  
Trommel weiterbefördert werden.

1 Bei einer zweckmäßigen und besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Drchtrommelreaktors weist mindestens das sich verjüngend ausgebildete Ende des Füllkörpers einen schneckengängigen Aufsatz auf, von

5 dem das eingetragene Material erfaßt und wegen der zwischen der Trommel und dem Füllkörper stattfindenden Relativbewegung kontinuierlich in Richtung auf das Austragsende der Trommel weiterbefördert wird. Wenn der Schnecken-gang nicht nur im Bereich des sich verjüngend ausgebildeten

10 Endes des Füllkörpers, sondern auf der gesamten Mantelfläche des vorzugsweise walzenförmigen Füllkörpers angebracht ist, wirkt die so ausgebildete Walze nicht nur wie eine Förderschnecke, sondern die einzelnen "Rippen" des schneckengängigen Aufsatzes können dann die verdichtete

15 Schicht des zu verschwelenden oder zu pyrolysierten Materials vollständig durchdringen, bis sie auf der Mantelfläche der Trommel aufliegen. Die Rippen des schnecken-gängigen Aufsatzes wirken wie Kratzer oder Schaber, die das eingetragene Füllgut bzw. den entgasten festen Rück-stand ständig in axialer Richtung auf dem Trommelmantel

20 verschieben und dadurch das Anbacken des Materials äußerst wirksam verhindern.

25 Zweckmäßig umfassen die Fördermittel zum Beschicken der Trommel eine Stopfschnecke, die vorzugsweise so in der Stirnwand angeordnet ist, daß sich der Austrag der Stopf-schnecke an einem Ort im Einzugsbereich des Füllkörpers befindet.

30 Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung und der Beispiele weiter erläutert:

Fig. 1 ist ein Fließbild des erfindungsgemäßen Verfahrens;

1 Fig. 2 ist eine Ansicht eines Ausführungsbeispiels  
des erfindungsgemäßen Drehtrommelreaktors, teil-  
weise im Schnitt und teilweise ausgebrochen;

5 Fig. 3 ist ein Teilschnitt des Drehtrommelreaktors  
gemäß Fig. 2 mit einer Seitenansicht des in der  
Trommel befindlichen Füllkörpers.

Die zu entgasenden Abfälle, vorzugsweise Bagasse oder  
10 Nußschalen, gelangen von einem Vorratsbunker 1 (Fig. 1)  
mit Hilfe an sich bekannter Fördermittel in die indirekt  
beheizte Trommel 2 des erfindungsgemäßen Drehtrommel-  
reaktors, aus dem der feste Rückstand 6, der als Brenn-  
stoff Verwendung findet, und Pyrolysegas 7 ausgetragen  
15 wird bzw. entweicht. Das Pyrolysegas 7 wird einer Brenn-  
kammer 8 zugeführt und dort in Gegenwart von Sauerstoff,  
gegebenenfalls unter Vermischung mit extern zugeführtem  
zusätzlichem gasförmigem Brennstoff verbrannt. Die bei  
der Verbrennung in der Brennkammer 8 entstehenden heißen  
20 Rauchgase werden den Beheizungskammern 3, 4, 5 des Dreh-  
trommelreaktors im Querstrom zugeführt.

Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel eines er-  
findungsgemäßen Drehtrommelreaktors 10 enthält eine in-  
25 nerhalb des Gehäuses 11, das in drei getrennte Beheizungs-  
kammern 30, 31, 32 aufgeteilt ist, in bekannter Weise ge-  
neigt angeordnete Drehtrommel 20 mit einem Eintragsende  
21 und einem Austragsende 37. Die zu entgasenden Abfälle  
17 werden aus dem Vorratsbunker 16 mittels an sich be-  
30 kannter Fördermittel 12 dem Eintragsende 21 der Trommel 20  
zugeführt. Die Trommel 20 ist mittels nicht dargestellter  
Lager drehbar gelagert und mit Hilfe eines Antriebsmotors  
15 über ein Getriebe 14, das in den Zahnkranz 13 eingreift,  
antreibbar. Die Pyrolysegase entweichen über das Austrags-  
ende 37 durch die Rohrleitung 38, von wo sie über die  
35 Leitung 19 ganz oder teilweise der Brennkammer 18 zugeführt

1 werden, wo sie gegebenenfalls mit einem extern zugeführten gasförmigen Brennstoff vermischt und in Gegenwart von Sauerstoff verbrannt werden. Die bei der Verbrennung in der Brennkammer 18 entstehenden Rauchgase werden über die 5 Leitung 40 den Beheizungskammern 30, 31, 32 zugeführt und im Querstrom um die rotierende Trommel 20 geleitet, von wo sie über nicht gezeichnete Abgaskanäle abgeführt werden.

10 Der nach der Entgasung der Abfälle 17 verbleibende feste Rückstand, der als Brennstoff verwendbar ist und gegebenenfalls anschließend pelletisiert oder zu Formkörpern verpreßt werden kann, gelangt aus dem Austragsende 37 in die Rohrleitung 39 und von dort in einen nicht gezeichneten Vorratsbunker.

15

20 Im Innern der Trommel 20 befindet sich ein rotations-symmetrisch ausgebildeter Füllkörper 25 in Form einer Walze, die nur einseitig befestigt ist, nämlich an der Stirnwand 22 am Eintragsende 21 der Trommel 20. Die Walze 25 liegt auf dem aus den Abfällen 17 bestehenden Füllgut auf und verdichtet dieses durch ihr Eigengewicht zu einer verdichteten Schicht 28. Die Walze 25 weist auf ihrer äußeren Mantelfläche und über ihre gesamte Länge 25 einen schneckengängigen Aufsatz 36 auf.

30 Der Füllkörper in Form der Walze 25 ist nur an der Stirnwand 22 am Eintragsende 21 der Trommel 20 einseitig über ein Kugelgelenk 34 drehbar befestigt (Fig. 3). Im gezeichneten Ausführungsbeispiel befindet sich das Kugelgelenk 34 genau im Mittelpunkt der drehfesten Stirnwand 22, also in der Rotationsachse der Trommel 20. Die Walze 25 ist mit dem Kugelgelenk 34 starr mittels eines Gestänges 35 verbunden. Die Walze 25 weist ein sich verjüngend ausgebildetes Ende 33 in Form eines Kegels auf. Auch dieses 35 kegelförmig ausgebildete Ende 33 weist einen schnecken-

000000

-11-15

3407236

1 gängigen Aufsatz 36 auf, so daß die sich an einem Ort 27  
im Einzugsbereich der Walze 25 ansammelnden, kontinuier-  
lich oder absatzweise durch die Eintragsöffnung 23 mit  
Hilfe einer Stopfschnecke 24 eingetragenen Abfälle leicht  
5 erfaßt und durch die zwischen der Trommel 20 mit ihrer in-  
direkt beheizten Mantelfläche 29 und der Mantelfläche der  
Walze 25 stattfindende Relativbewegung in Richtung auf  
das Austragsende 37 der Trommel 20 weiterbefördert werden.  
Da die Walze 25 mit ihrem Eigengewicht auf dem Füllgut  
10 aufliegt, wird dieses stetig zu einer Schicht 28 ver-  
dichtet, während die Entgasung stattfindet.

15 Durch die Verdichtung der eingetragenen Abfälle mit Hilfe  
des innerhalb der Drehtrommel angeordneten Füllkörpers  
lassen sich auch pflanzliche Abfälle mit extrem geringer  
Schüttdichte auf wirtschaftliche Weise entgasen, weil so  
der prozeßtechnisch notwendige Wärmeübergang zwischen der  
außenbeheizten Trommel und den zu entgasenden Abfällen  
sichergestellt wird.

20 Der erfindungsgemäße Drehtrommelreaktor wird deshalb vor-  
zugsweise zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe durch  
Entgasung von Bagasse oder Nußschalen verwendet, von  
Abfällen also, die hoch cellulosehaltig sind und wegen  
25 ihrer geringen Schüttdichte bisher keiner wirtschaftlich  
vertretbaren Verwertung zugeführt werden konnten, obwohl  
sie vor allem in den Ländern der dritten Welt in unge-  
heuren Mengen bei der Zuckerherstellung aus Zuckerrohr  
und bei der Ölgewinnung aus Nüssen anfallen.

30 Die Energiebilanz des erfindungsgemäßen Verfahrens wird  
anhand der nachfolgenden Beispiele erläutert:

1

Beispiel 1

1 t Bagasse mit einem Feuchtegehalt von 11 %, einem unteren Heizwert ( $H_u$ ) von 16.000 kJ/kg und einer Schütt-dichte von 0,05 t/m<sup>3</sup> wird in der erfundungsgemäßen Vor-richtung bei einer Entgasungstemperatur von 550°C (Temperatur der Außenwand der Drehtrommel) pyrolysiert. Dabei entstanden fester Rückstand, Pyrolysegas und Pyrolysekondensat in folgenden Mengen und folgender Zusam-mensetzung:

<u>Fester Rückstand</u>	Menge:	230 kg
	Zusammensetzung:	90 % C
		2 % H <sub>2</sub>
15		1 % O <sub>2</sub>
	Heizwert:	$H_u = 8000 \text{ MJ}$

Pyrolysegas und -kondensat

20	Menge:	770 kg
	Heizwert:	$H_u = 8000 \text{ MJ}$
	Zusammensetzung:	Feuchteanteil: 200 kg
		organ. Anteil: 570 kg
	Permanentgase:	120 kg ≈ 171,4 Nm <sup>3</sup>
25	Dichte der Permanentgase:	$\gamma = 0,7 \text{ kg/Nm}^3$
	Heizwert der Permanentgase:	$H_u = 12.000 \text{ kJ/Nm}^3$
	Heizwert des Pyrolysegases:	$H_u = 2.000 \text{ MJ}$
	Heizwert des Kondensats:	$H_u = 6.000 \text{ MJ}$
	Kondensatmenge:	650 kg

Energiebilanz

(bezogen auf 1t Ausgangsmaterial Bagasse)

	$H_u$ gesamt	= 16.000 MJ
	$H_u$ Rückstand	= 8.000 MJ
35	$H_u$ Permanentgas	= 2.000 MJ
	$H_u$ Kondensat	= 6.000 MJ

1 Aufwand zur Beheizung des Drehtrommelreaktors:

5	Aufheizenergie Reaktionsenthalpie Strahlungsverluste	}	Gesamt <sub>netto</sub> : ~ 1.000 MJ Gesamt <sub>brutto</sub> *) : ~ 1.900 MJ
---	--	---	--

\*) 900 MJ stehen als fühlbare Wärme im Rauchgas,  
nach dessen Austritt aus den Beheizungskammern des Reaktors, für externe Nutzung  
zur Verfügung

10

Beispiel 2

15 1 t Bagasse (11% Feuchte,  $H_u = 16.000 \text{ kJ/kg}$ , Schüttdichte  
0,05 t/m<sup>3</sup>) wird bei einer Entgasungstemperatur von 350°C  
(Temperatur der Außenwand der Drehtrommel) - ansonsten  
wie in Beispiel 1 - pyrolysiert. Dabei entstanden:

20 Fester Rückstand      Menge: 410 kg  
Zusammensetzung: 80 % C  
                                  9 %  $H_2$   
                                  4 %  $O_2$   
Heizwert:  $H_u = 13.000 \text{ MJ}$

25 Pyrolysegas und -kondensat

Menge: 590 kg  
Heizwert:  $H_u = 3.000 \text{ MJ}$   
Zusammensetzung: Feuchteanteil: 190 kg  
                                  organ. Anteil: 400 kg  
30 Permanentgase: 90 kg  $\hat{=} 112,5 \text{ Nm}^3$   
Dichte der Permanentgase:  $\gamma = 0,8 \text{ kg/Nm}^3$   
Heizwert der Permanentgase:  $H_u = 13.000 \text{ kJ/Nm}^3$   
Heizwert des Pyrolysegases:  $H_u = 1.500 \text{ MJ}$   
Heizwert des Kondensats:  $H_u = 1.500 \text{ MJ}$   
35 Kondensatmenge: 500 kg

1 Energiebilanz

(bezogen auf 1 t Ausgangsmaterial Bagasse)

	$H_u$ gesamt	= 16.000 MJ
	$H_u$ Rückstand	= 13.000 MJ
5	$H_u$ Permanentgas	= 1.500 MJ
	$H_u$ Kondensat	= 1.500 MJ

Aufwand zur Beheizung des Drehstrommelreaktors:

Wie in Beispiel 1 angegeben.

10

15

20

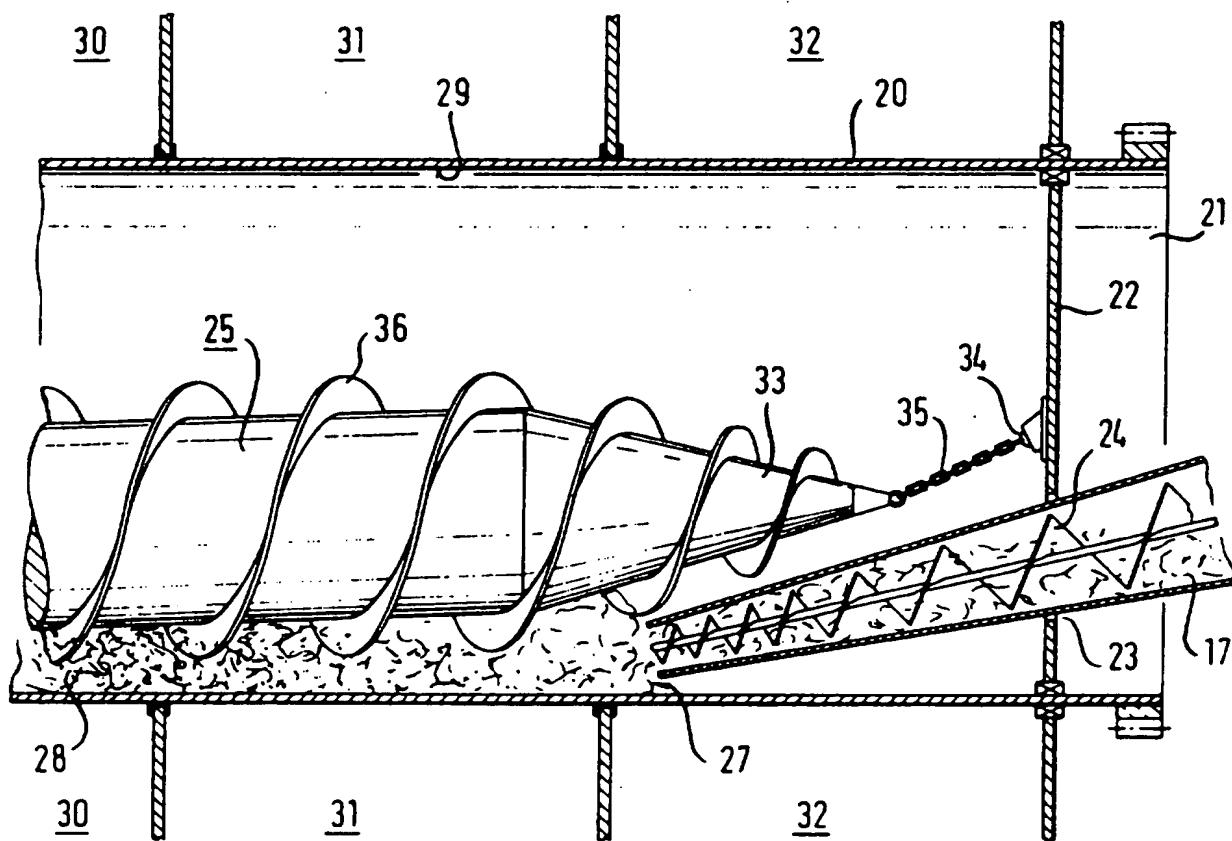
25

30

35

19  
- Leerseite -

FIG. 3



Patentanmeldung vom 28. Febr. 1984  
ENVIRONMENT PROTECTING ENGINEERS, INC.  
Verf.z.Herst.hochwertiger Brennstoffe ...

FIG. 1

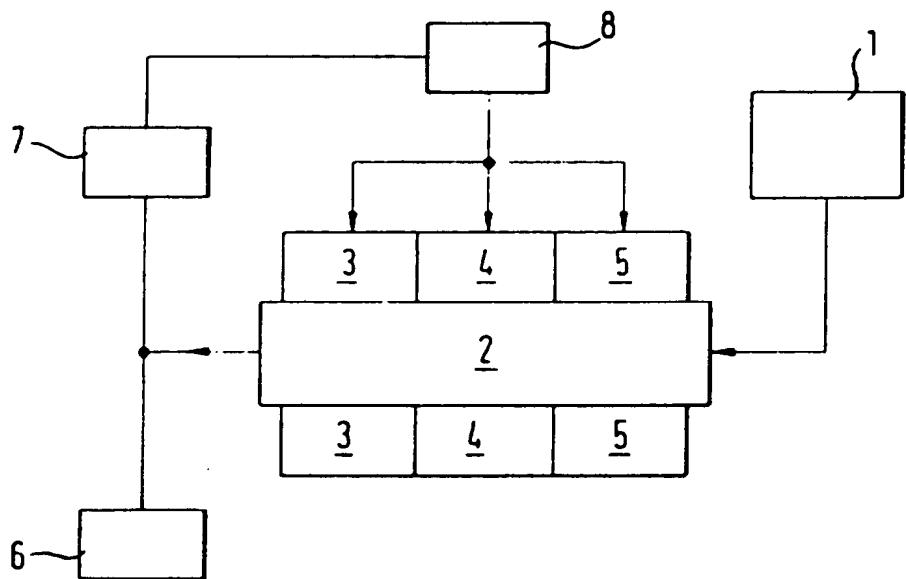


FIG. 2

